

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

~~This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.~~

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 2月24日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第046245号

出 願 人

Applicant(s):

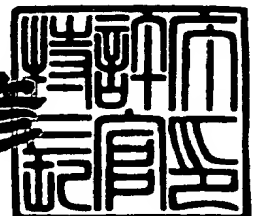
松下電器産業株式会社



2000年 1月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3094976

【書類名】 特許願  
【整理番号】 2018100456  
【提出日】 平成11年 2月24日  
【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/302

---

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 奥村 智洋

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 松井 卓也

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

---

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 整合器、プラズマ処理方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高周波電力を負荷に供給するに際して、インピーダンスを整合させるために用いられる整合器であって、高周波入力端子と、一端が高周波入力端子に接続され他端が整合器筐体に接続された第 1 のリアクタンス素子と、高周波出力端子と、一端が高周波入力端子に接続され他端が高周波出力端子に接続された第 2 のリアクタンス素子とを備え、高周波出力端子の中心軸を通る直線上に第 2 のリアクタンス素子が位置するように第 2 のリアクタンス素子及び高周波出力端子が配置されていることを特徴とする整合器。

【請求項 2】 第 2 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線と、高周波出力端子の中心軸を通る直線がほぼ一致するように第 2 のリアクタンス素子及び高周波出力端子が配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の整合器。

【請求項 3】 第 1 のリアクタンス素子及び第 2 のリアクタンス素子は、それぞれコンデンサであることを特徴とする請求項 1 記載の整合器。

【請求項 4】 第 2 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線と第 1 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線がほぼ一致するように、第 1 のリアクタンス素子及び第 2 のリアクタンス素子が配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の整合器。

【請求項 5】 高周波出力端子が、第 2 のリアクタンス素子の他端そのものであることを特徴とする請求項 1 記載の整合器。

【請求項 6】 高周波電力を負荷に供給するに際して、インピーダンスを整合させるために用いられる整合器であって、高周波入力端子と、一端が高周波入力端子に接続され他端が整合器筐体に接続された第 1 可変コンデンサと、高周波出力端子と、一端が高周波入力端子に接続され他端が高周波出力端子に接続された第 2 可変コンデンサとを備え、高周波出力端子の中心軸を通る直線上に第 2 可変コンデンサが位置するように第 2 可変コンデンサ及び高周波出力端子が配置されていることを特徴とする整合器。

【請求項 7】 第 2 可変コンデンサの中心軸を通る直線と、高周波出力端子の

中心軸を通る直線がほぼ一致するように第 2 可変コンデンサ及び高周波出力端子が配置されていることを特徴とする請求項 6 記載の整合器。

【請求項 8】 第 2 可変コンデンサの中心軸を通る直線と第 1 可変コンデンサの中心軸を通る直線がほぼ一致するように、第 1 可変コンデンサ及び第 2 可変コンデンサが配置されていることを特徴とする請求項 6 記載の整合器。

【請求項 9】 高周波出力端子が、第 2 可変コンデンサの他端そのものであることを特徴とする請求項 6 記載の整合器。

【請求項 10】 真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、真空容器内の基板電極に載置された基板に対向して設けられた対向電極またはアンテナに、請求項 1 記載の整合器と、この整合器の高周波出力端子と対向電極またはアンテナとを接続するための高周波結合器とを介して、周波数 5 0 M H z 乃至 3 0 0 M H z の高周波電力を印加することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、基板を処理するプラズマ処理方法であって、高周波結合器の中心軸を通る直線と、対向電極またはアンテナの中心軸を通る直線と、基板の中心軸を通る直線がほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 11】 高周波出力端子の中心軸を通る直線と、高周波結合器の中心軸を通る直線とがほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させることを特徴とする請求項 10 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 12】 第 2 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線と第 1 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線とがほぼ一致するように、第 1 のリアクタンス素子及び第 2 のリアクタンス素子が配置されている状態でプラズマを発生させることを特徴とする請求項 10 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 13】 高周波出力端子が、第 2 のリアクタンス素子の他端そのものであることを特徴とする請求項 10 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 14】 第 2 のリアクタンス素子の他端から対向電極またはアンテナまでの実質的な距離が、高周波電力の波長の  $1/10$  以下であることを特徴とする請求項 10 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 15】 真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容

器内を所定の圧力に制御しながら、真空容器内の基板電極に載置された基板に対向して設けられた対向電極またはアンテナに請求項 6 記載の整合器と、この整合器の高周波出力端子と対向電極またはアンテナとを接続するための高周波結合器とを介して、周波数 5 0 M H z 乃至 3 0 0 M H z の高周波電力を印加することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、基板を処理するプラズマ処理方法であって、高周波結合器の中心軸を通る直線と、対向電極またはアンテナの中心軸を通る直線と、基板の中心軸を通る直線がほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 1 6】 高周波出力端子の中心軸を通る直線と、高周波結合器の中心軸を通る直線とがほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させることを特徴とする請求項 1 5 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 1 7】 第 2 可変コンデンサの中心軸を通る直線と第 1 可変コンデンサの中心軸を通る直線がほぼ一致するように、第 1 可変コンデンサ及び第 2 可変コンデンサが配置されている状態でプラズマを発生させることを特徴とする、請求項 1 5 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 1 8】 高周波出力端子が、第 2 可変コンデンサの他端そのものであることを特徴とする請求項 1 5 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 1 9】 第 2 可変コンデンサの他端から対向電極またはアンテナまでの実質的な距離が、高周波電力の波長の  $1/10$  以下であることを特徴とする、請求項 1 5 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 2 0】 真空容器と、真空容器内にガスを供給するためのガス供給装置と、真空容器内を排気するための排気装置と、真空容器内に基板を載置するための基板電極と、基板電極に対向して設けられた対向電極またはアンテナと、対向電極またはアンテナに周波数 5 0 M H z 乃至 3 0 0 M H z の高周波電力を供給することのできる高周波電源と、請求項 1 記載の整合器と、この整合器の高周波出力端子と対向電極またはアンテナとを接続するための高周波結合器とを備えたプラズマ処理装置であって、高周波結合器の中心軸を通る直線と、対向電極またはアンテナの中心軸を通る直線と、基板の中心軸を通る直線がほぼ一致するように配置されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 21】 高周波出力端子の中心軸を通る直線と、高周波結合器の中心軸を通る直線とがほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させることを特徴とする請求項 20 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 22】 第 2 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線と第 1 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線がほぼ一致するように、第 1 のリアクタンス素子及び第 2 のリアクタンス素子が配置されていることを特徴とする請求項 20 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 23】 高周波出力端子が、第 2 のリアクタンス素子の他端そのものであることを特徴とする請求項 20 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 24】 第 2 のリアクタンス素子の他端から対向電極またはアンテナまでの実質的な距離が、高周波電力の波長の  $1/10$  以下であることを特徴とする、請求項 20 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 25】 真空容器と、真空容器内にガスを供給するためのガス供給装置と、真空容器内を排気するための排気装置と、真空容器内に基板を載置するための基板電極と、基板電極に対向して設けられた対向電極またはアンテナと、対向電極またはアンテナに周波数 50 MHz 乃至 300 MHz の高周波電力を供給することのできる高周波電源と、請求項 6 記載の整合器と、この整合器の高周波出力端子と対向電極またはアンテナとを接続するための高周波結合器とを備えたプラズマ処理装置であって、高周波結合器の中心軸を通る直線と、対向電極またはアンテナの中心軸を通る直線と、基板の中心軸を通る直線がほぼ一致するように配置されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 26】 高周波出力端子の中心軸を通る直線と、高周波結合器の中心軸を通る直線とがほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させることを特徴とする請求項 25 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 27】 第 2 可変コンデンサの中心軸を通る直線と第 1 可変コンデンサの中心軸を通る直線がほぼ一致するように、第 1 可変コンデンサ及び第 2 可変コンデンサが配置されていることを特徴とする請求項 25 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 28】 高周波出力端子が、第 2 可変コンデンサの他端そのものである

ることを特徴とする請求項 25 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 29】 第 2 可変コンデンサの他端から対向電極またはアンテナまでの実質的な距離が、高周波電力の波長の  $1/10$  以下であることを特徴とする、請求項 25 記載のプラズマ処理装置。

---

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体等の電子デバイスやマイクロマシンの製造に利用されるドライエッチング、スパッタリング、プラズマ CVD 等のプラズマ処理方法及び装置に関し、特に VHF 帯の高周波電力をプラズマ励起用対向電極またはアンテナに供給するに際して、インピーダンスを整合させるために用いられる整合器と、VHF 帯の高周波電力を用いて励起したプラズマを利用するプラズマ処理方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体等の電子デバイスの微細化に対応するために、高密度プラズマの利用が重要であることについて、特開平 8-83696 号公報に述べられているが、最近、電子密度が高くかつ電子温度の低い、低電子温度プラズマが注目されている。

【0003】

$Cl_2$  や  $SF_6$  等のように負性の強いガス、言い換えれば、負イオンが生じやすいガスをプラズマ化したとき、電子温度が 3 eV 程度以下になると、電子温度が高いときに比べてより多量の負イオンが生成される。この現象を利用すると、正イオンの入射過多によって微細パターンの底部に正電荷が蓄積され、イオンの基板への入射角の垂直性が悪化する現象を防止することができ、極めて微細なパターンのエッチングを高精度に行うことができる。また、負イオンの高い反応性を利用した、プロセスの改善も期待されている。

【0004】

また、シリコン酸化膜等の絶縁膜のエッチングを行う際に一般的に用いられる



$C_xF_y$ や $C_xH_yF_z$  ( $x, y, z$ は自然数)等の炭素及びフッ素を含むガスをプラズマ化したとき、電子温度が3 eV程度以下になると、電子温度が高いときに比べてガスの解離が抑制され、とくにF原子やFラジカル等の生成が抑えられる。F原子やFラジカル等はシリコンをエッチングする速度が早いため、電子温度が低い方が対シリコンエッチング選択比の大きい絶縁膜エッチングが可能になる。

## 【0005】

また、電子温度が3 eV以下になると、イオン温度やプラズマ電位も低下するので、プラズマCVDにおける基板へのイオンダメージを低減することができる。

## 【0006】

電子温度の低いプラズマを生成でき、かつ、着火性に優れたプラズマを生成する技術として現在注目されているのは、VHF帯の高周波電力を用いるプラズマ源である。

## 【0007】

図6は、2周波励起式平行平板型プラズマ処理装置の断面図である。図6において、真空容器1内にガス供給装置2から所定のガスを導入しつつ排気装置としてのポンプ3により排気を行い、真空容器1内を所定の圧力に保ちながら、対向電極用高周波電源4により100MHzの高周波電力を、整合器5及び高周波結合器6を介して対向電極7に供給すると、真空容器1内にプラズマが発生し、基板電極8上に載置された基板9に対してエッチング、堆積、表面改質等のプラズマ処理を行うことができる。このとき、図6に示すように、基板電極8にも基板電極用高周波電源10により高周波電力を供給することで、基板9到達するイオンエネルギーを制御することができる。なお、対向電極7は、絶縁リング11により、真空容器1と絶縁されている。また、整合器5は、高周波入力端子12、第1可変コンデンサ13、高周波出力端子14、第2可変コンデンサ15、第1モータ16、第2モータ17、モータ制御回路18から構成されている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図6に示した従来の方式では、プラズマの均一性を得ることが難しいという問題点があった。

## 【0009】

図7は、図6のプラズマ処理装置において、イオン飽和電流密度を、基板9の直上20mmの位置において測定した結果である。プラズマ発生条件は、ガス種とガス流量が $\text{Cl}_2=100\text{ sccm}$ 、圧力が2Pa、高周波電力が1kWである。また、図6に示すように、図7における測定位置の一侧に第2可変コンデンサ15が配置されている。図7から、測定位置の一侧、すなわち、第2可変コンデンサ15の直下でプラズマ密度が高くなっていることがわかる。

## 【0010】

このようなプラズマの不均一は、高周波電力の周波数が50MHz以下の場合には見られなかった現象である。プラズマの電子温度を下げるためには、50MHz以上の高周波電力を用いる必要があるが、この周波数帯では、対向電極7に電位分布が生じる。この電位分布が、整合器5内の第2可変コンデンサ15の配置による影響を受け、第2可変コンデンサ15の直下で電界を強める作用をもたらし、プラズマの不均一が生じたものと推察される。

## 【0011】

このような現象は、対向電極7の代わりに、渦形アンテナ20を用いる図8のような構成においても見られる。なお、図8に示す従来例では、誘電体窓21が用いられている。

## 【0012】

本発明は、上記従来の問題点に鑑み、均一なプラズマを発生させることができる整合器、プラズマ処理方法及び装置を提供することを目的としている。

## 【0013】

## 【課題を解決するための手段】

本願の第1発明の整合器は、高周波電力を負荷に供給するに際して、インピーダンスを整合させるために用いられる整合器であって、高周波入力端子と、一端が高周波入力端子に接続され他端が整合器筐体に接続された第1のリアクタンス素子と、高周波出力端子と、一端が高周波入力端子に接続され他端が高周波出力

端子に接続された第 2 のリアクタンス素子とを備え、高周波出力端子の中心軸を通る直線上に第 2 のリアクタンス素子が位置するように第 2 のリアクタンス素子及び高周波出力端子が配置されていることを特徴とする。

【0 0 1 4】

本願の第 1 発明の整合器において、好適には第 2 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線と高周波出力端子の中心軸を通る直線とが一致するように第 2 のリアクタンス素子及び高周波出力端子が配置されていることを特徴とする。

【0 0 1 5】

本願の第 1 発明の整合器において、好適には、第 2 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線と第 1 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線がほぼ一致するように、第 1 のリアクタンス素子及び第 2 のリアクタンス素子が配置されていることが望ましい。

【0 0 1 6】

また、本願の第 1 発明の整合器において、高周波出力端子が、第 2 のリアクタンス素子の他端そのものであってもよい。

【0 0 1 7】

本願の第 2 発明の整合器は、高周波電力を負荷に供給するに際して、インピーダンスを整合させるために用いられる整合器であって、高周波入力端子と、一端が高周波入力端子に接続され他端が整合器筐体に接続された第 1 可変コンデンサと、高周波出力端子と、一端が高周波入力端子に接続され他端が高周波出力端子に接続された第 2 可変コンデンサとを備え、高周波出力端子の中心軸を通る直線上に第 2 可変コンデンサが位置するように第 2 可変コンデンサ及び高周波出力端子が配置されていることを特徴とする。

【0 0 1 8】

本願の第 2 発明の整合器において、好適には第 2 可変コンデンサの中心軸を通る直線と高周波出力端子の中心軸を通る直線とが一致するように第 2 可変コンデンサ及び高周波出力端子が配置されていることを特徴とする。

【0 0 1 9】

本願の第 2 発明の整合器において、好適には、第 2 可変コンデンサの中心軸を

通る直線と第 1 可変コンデンサの中心軸を通る直線がほぼ一致するように、第 1 可変コンデンサ及び第 2 可変コンデンサが配置されていることが望ましい。

【 0 0 2 0 】

また、本願の第 2 発明の整合器において、高周波出力端子が、第 2 可変コンデンサの他端そのものであってもよい。

【 0 0 2 1 】

本願の第 3 発明のプラズマ処理方法は、真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、真空容器内の基板電極に載置された基板に対向して設けられた対向電極またはアンテナに、第 1 発明の整合器と、この整合器の高周波出力端子と対向電極またはアンテナとを接続するための高周波結合器とを介して、周波数 5 0 M H z 乃至 3 0 0 M H z の高周波電力を印加することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、基板を処理するプラズマ処理方法であって、高周波結合器の中心軸を通る直線と、対向電極またはアンテナの中心軸を通る直線と、基板の中心軸を通る直線がほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

本願の第 3 発明のプラズマ処理方法において、好適には、高周波出力端子の中心軸を通る直線と、高周波結合器の中心軸を通る直線とがほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させることが望ましい。

【 0 0 2 3 】

本願の第 3 発明のプラズマ処理方法において、好適には、第 2 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線と第 1 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線がほぼ一致するように、第 1 のリアクタンス素子及び第 2 のリアクタンス素子が配置されている状態でプラズマを発生させることが望ましい。

【 0 0 2 4 】

また、本願の第 3 発明のプラズマ処理方法において、高周波出力端子が、第 2 リアクタンスの他端そのものであってもよい。

【 0 0 2 5 】

また、本願の第 3 発明のプラズマ処理方法において、好適には、第 2 のリアク

タンスの他端から対向電極またはアンテナまでの実質的な距離が、高周波電力の波長の  $1/10$  以下であることが望ましい。

【0026】

本願の第4発明のプラズマ処理方法は、真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、真空容器内の基板電極に載置された基板に対向して設けられた対向電極またはアンテナに、第2発明の整合器と、この整合器の高周波出力端子と対向電極またはアンテナとを接続するための高周波結合器とを介して、周波数50MHz乃至300MHzの高周波電力を印加することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、基板を処理するプラズマ処理方法であって、高周波結合器の中心軸を通る直線と、対向電極またはアンテナの中心軸を通る直線と、基板の中心軸を通る直線がほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させることを特徴とする。

【0027】

本願の第4発明のプラズマ処理方法において、好適には高周波出力端子の中心軸を通る直線と、高周波結合器の中心軸を通る直線とがほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させることが望ましい。

【0028】

本願の第4発明のプラズマ処理方法において、好適には、第2可変コンデンサの中心軸を通る直線と第1可変コンデンサの中心軸を通る直線がほぼ一致するように、第1可変コンデンサ及び第2可変コンデンサが配置されている状態でプラズマを発生させることが望ましい。

【0029】

また、本願の第4発明のプラズマ処理方法において、高周波出力端子が、第2可変コンデンサの他端そのものであってもよい。

【0030】

また、本願の第4発明のプラズマ処理方法において、好適には、第2可変コンデンサの他端から対向電極またはアンテナまでの実質的な距離が、高周波電力の波長の  $1/10$  以下であることが望ましい。

【0031】

本願の第 5 発明のプラズマ処理装置は、真空容器と、真空容器内にガスを供給するためのガス供給装置と、真空容器内を排気するための排気装置と、真空容器内に基板を載置するための基板電極と、基板電極に対向して設けられた対向電極またはアンテナと、対向電極またはアンテナに周波数 5 0 M H z 乃至 3 0 0 M H z の高周波電力を供給することのできる高周波電源と、第 1 発明の整合器と、この整合器の高周波出力端子と対向電極またはアンテナとを接続するための高周波結合器とを備え、高周波結合器の中心軸を通る直線と、対向電極またはアンテナの中心軸を通る直線と、基板の中心軸を成す直線がほぼ一致するように配置されていることを特徴とする。

## 【 0 0 3 2 】

本願の第 5 発明のプラズマ処理装置において、好適には、高周波出力端子の中心軸を通る直線と、高周波結合器の中心軸を通る直線とがほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させることが望ましい。

## 【 0 0 3 3 】

また、本願の第 5 発明のプラズマ処理装置において、好適には、第 2 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線と第 1 のリアクタンス素子の中心軸を通る直線がほぼ一致するように、第 1 のリアクタンス素子及び第 2 のリアクタンス素子が配置されていることが望ましい。

## 【 0 0 3 4 】

また、本願の第 5 発明のプラズマ処理装置において、高周波出力端子が、第 2 リアクタンス素子の他端そのものであってもよい。

## 【 0 0 3 5 】

また、本願の第 5 発明のプラズマ処理装置において、好適には、第 2 のリアクタンス素子の他端から対向電極またはアンテナまでの実質的な距離が、高周波電力の波長の  $1/10$  以下であることが望ましい。

## 【 0 0 3 6 】

本願の第 6 発明のプラズマ処理装置は、真空容器と、真空容器内にガスを供給するためのガス供給装置と、真空容器内を排気するための排気装置と、真空容器内に基板を載置するための基板電極と、基板電極に対向して設けられた対向電極

またはアンテナと、対向電極またはアンテナに周波数 50MHz 乃至 300MHz の高周波電力を供給することのできる高周波電源と、第 2 発明の整合器と、この整合器の高周波出力端子と対向電極またはアンテナとを接続するための高周波結合器とを備えたプラズマ処理装置であって、高周波結合器の中心軸を通る直線と、対向電極またはアンテナの中心軸を通る直線と、基板の中心軸を通る直線がほぼ一致するように配置されていることを特徴とする。

【0037】

本願の第 6 発明のプラズマ処理装置において、好適には、高周波出力端子の中心軸を通る直線と、高周波結合器の中心軸を通る直線とがほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させることが望ましい。

【0038】

また、本願の第 6 発明のプラズマ処理装置において、好適には、第 2 可変コンデンサの中心軸を成す直線と第 1 可変コンデンサの中心軸を成す直線がほぼ一致するように、第 1 可変コンデンサ及び第 2 可変コンデンサが配置されていることが望ましい。

【0039】

また、本願の第 6 発明のプラズマ処理装置において、高周波出力端子が、第 2 可変コンデンサの他端そのものであってもよい。

【0040】

また、本願の第 6 発明のプラズマ処理装置において、好適には、第 2 可変コンデンサの他端から対向電極またはアンテナまでの実質的な距離が、高周波電力の波長の  $1/10$  以下であることが望ましい。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の第 1 実施形態について、図 1 及び図 2 を参照して説明する。

【0042】

図 1 に、本発明の第 1 実施形態において用いたプラズマ処理装置の断面図を示す。図 1 において、真空容器 1 内に、ガス供給装置 2 から所定のガスを導入しつつ、排気装置としてのポンプ 3 により排気を行い、真空容器 1 内を所定の圧力に

保ちながら、対向電極用高周波電源 4 により 100 MHz の高周波電力を、整合器 5 及び高周波結合器 6 を介して対向電極 7 に供給することにより、真空容器 1 内にプラズマが発生し、基板電極 8 上に載置された基板 9 に対してエッチング、堆積、表面改質等のプラズマ処理を行うことができる。また、基板電極 8 に高周波電力を供給するための基板電極用高周波電源 10 が設けられており、基板 9 に到達するイオンエネルギーを制御することができるようになっている。なお、対向電極 7 は、絶縁リング 11 により、真空容器 1 と絶縁されている。

#### 【0043】

整合器 5 は、高周波電力を負荷としての対向電極 7 に供給するに際して、インピーダンスを整合させるために用いられており、高周波入力端子 12、第 1 可変コンデンサ 13、高周波出力端子 14、第 2 可変コンデンサ 15、第 1 モータ 16、第 2 モータ 17、モータ制御回路 18 から構成されている。第 1 可変コンデンサ 13 の一端は高周波入力端子 12 に接続され、他端が整合器筐体に接続されており、第 2 可変コンデンサ 15 の一端は高周波入力端子 12 に接続され、他端が高周波出力端子 14 に接続されている。また、第 2 可変コンデンサ 15 の中心軸を成す直線と、高周波出力端子 14 の中心軸を成す直線と、高周波結合器 6 の中心軸を成す直線と、対向電極 7 の中心軸を成す直線と、基板 9 の中心軸を成す直線がほぼ一致するように配置されている。また、第 2 可変コンデンサ 15 の中心軸を成す直線と第 1 可変コンデンサ 13 の中心軸を成す直線がほぼ一致するように、第 1 可変コンデンサ 13 及び第 2 可変コンデンサ 15 が配置されている。また、第 2 可変コンデンサ 15 の他端から対向電極 7 までの実質的な距離 19 が、高周波電力の波長 (3 m) の  $1/15$  (20 cm) となっている。

#### 【0044】

図 2 に、イオン飽和電流密度を、基板 9 の直上 20 mm の位置において測定した結果を示す。プラズマ発生条件は、ガス種とガス流量が  $\text{Cl}_2 = 100 \text{ sccm}$ 、圧力が 2 Pa、高周波電力が 1 kW である。また、図 1 には、図 2 における測定位置を示してある。図 2 から、図 7 で見られたような、測定位置の片側でプラズマ密度が高くなるというようなプラズマの不均一は見られないことがわかる。



## 【0 0 4 5】

このように、従来例の図 6 で示したプラズマ処理装置と比較してプラズマの均一性が改善した原因として、以下のことが考えられる。5 0 M H z 以上の高周波電力を用いる場合、整合器 5 内の第 2 可変コンデンサ 1 5 の配置による影響を受け、対向電極 7 に電位分布が生じるが、本発明の第 1 実施形態においては、第 2 可変コンデンサ 1 5 の中心軸を成す直線と、高周波出力端子 1 4 の中心軸を成す直線と、高周波結合器 6 の中心軸を成す直線と、対向電極 7 の中心軸を成す直線と、基板 9 の中心軸を成す直線がほぼ一致するように配置されているため、対向電極 7 上に生じる電位分布は同心円状になる。その結果、真空容器 1 内の電界も同心円状となり、プラズマの均一性が改善したものと推察される。

## 【0 0 4 6】

以上述べた本発明の第 1 実施形態において、プラズマを発生させるために対向電極 7 を用いる場合について説明したが、図 3 に示す本発明の第 2 実施形態のように、渦形アンテナ 2 0 を用いる場合にも、本発明は有効である。なお、図 3 に示す本発明の第 2 実施形態では、誘電体窓 2 1 が用いられている。

## 【0 0 4 7】

また、以上述べた本発明の実施形態においては、本発明の適用範囲のうち、真空容器の形状、対向電極またはアンテナの形状及び配置、誘電体の形状及び配置等に関し、様々なバリエーションのうちの一部を例示したに過ぎない。本発明の適用にあたり、ここで例示した以外にも様々なバリエーションが考えられることは、いうまでもない。例えば、本発明の第 1 実施形態においては、対向電極が円形である場合について説明したが、多角形、楕円形等他の形状による構成も可能である。同様に、アンテナが渦形である場合について説明したが、平板状、スポーク状等他の形状による構成も可能である。

## 【0 0 4 8】

また、以上述べた本発明の実施形態において、対向電極またはアンテナに 1 0 0 M H z の高周波電力を供給する場合について説明したが、周波数はこれに限定されるものではなく、5 0 M H z 乃至 3 0 0 M H z の周波数を用いる場合に、本発明は有効である。周波数が 5 0 M H z より低い場合は、本発明を適用しなくて

もプラズマの均一性は容易に得られ、また、周波数が 3 0 0 M H z より高い場合は、2 つの可変コンデンサを用いてインピーダンスを整合させるのが困難となり、スタブによってインピーダンスを整合させる必要が出てくる。

## 【 0 0 4 9 】

また、以上述べた本発明の実施形態において、第 2 可変コンデンサの中心軸を成す直線と第 1 可変コンデンサの中心軸を成す直線がほぼ一致するように、第 1 可変コンデンサ及び第 2 可変コンデンサが配置されている場合について説明したが、対向電極 7 に生じる電位分布は、主として第 2 可変コンデンサの配置による影響を受けるため、図 4 に示す本発明の第 3 実施形態のように、第 2 可変コンデンサ 1 5 の中心軸を成す直線と第 1 可変コンデンサ 1 3 の中心軸を成す直線が一致しない場合にも、従来例に比較すると格段にプラズマ均一性は改善する。図 4 のような構成は、整合器を小型化したい場合に有効となるもので、本発明の適用範囲に含まれる。

## 【 0 0 5 0 】

また、以上述べた本発明の実施形態においては、可変コンデンサを有する整合器の場合について、例示したが、可変インダクタ、固定コンデンサ、固定インダクタ等のリアクタンス素子を有する整合器でも同様な効果を有する。

## 【 0 0 5 1 】

また、以上述べた本発明の実施形態において、第 2 可変コンデンサの他端と整合器の高周波出力端子が別部材である場合について説明したが、図 5 に示す本発明の第 4 実施形態のように、高周波出力端子 1 4 が、第 2 可変コンデンサ 1 5 の他端そのものであってもよい。

## 【 0 0 5 2 】

また、以上述べた本発明の第 1 実施形態において、第 2 可変コンデンサの他端から対向電極までの実質的な距離が、高周波電力の波長の  $1/15$  である場合について説明したが、第 2 可変コンデンサの他端から対向電極またはアンテナまでの実質的な距離は、高周波電力の波長の  $1/10$  以下であることが望ましい。第 2 可変コンデンサの他端から対向電極またはアンテナまでの実質的な距離が、高周波電力の波長の  $1/10$  より大きいと、第 2 可変コンデンサの他端から対向電

極またはアンテナまでのインダクタンスが大きくなりすぎるため、2つの可変コンデンサを用いてインピーダンスを整合させるのが困難となる。

【0053】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本願の第1発明の整合器は、高周波電力を負荷に供給するに際して、インピーダンスを整合させるために用いられる整合器であって、高周波入力端子と、一端が高周波入力端子に接続され他端が整合器筐体に接続された第1のリアクタンス素子と、高周波出力端子と、一端が高周波入力端子に接続され他端が高周波出力端子に接続された第2のリアクタンス素子とを備え、高周波出力端子の中心軸を通る直線上に第2のリアクタンス素子が位置するように第2のリアクタンス素子及び高周波出力端子が配置されているため、均一なプラズマを発生させることができ、基板を均一に処理することができる。

【0054】

また、第2発明の整合器は、高周波電力を負荷に供給するに際して、インピーダンスを整合させるために用いられる整合器であって、高周波入力端子と、一端が高周波入力端子に接続され他端が整合器筐体に接続された第1可変コンデンサと、高周波出力端子と、一端が高周波入力端子に接続され他端が高周波出力端子に接続された第2可変コンデンサとを備え、高周波出力端子の中心軸を通る直線上に第2可変コンデンサが位置するように第2可変コンデンサ及び高周波出力端子が配置されているため、均一なプラズマを発生させることができ、基板を均一に処理することができる。

【0055】

また、本願の第3発明のプラズマ処理方法によれば、真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、真空容器内の基板電極に載置された基板に対向して設けられた対向電極またはアンテナに、第1発明の整合器と、この整合器の高周波出力端子と対向電極またはアンテナとを接続するための高周波結合器とを介して、周波数50MHz乃至300MHzの高周波電力を印加することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、基板を処理するプラズマ処理方法であって、高周波結合器の中心軸を通る直線と、対

向電極またはアンテナの中心軸を通る直線と、基板の中心軸を通る直線がほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させるため、均一なプラズマを発生させることができ、基板を均一に処理することができる。

## 【0056】

また、第4発明のプラズマ処理方法によれば、真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、真空容器内の基板電極に載置された基板に対向して設けられた対向電極またはアンテナに、第2発明の整合器とこの整合器の高周波出力端子と対向電極またはアンテナとを接続するための高周波結合器とを介して、周波数50MHz乃至300MHzの高周波電力を印加することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、基板を処理するプラズマ処理方法であって、高周波結合器の中心軸を通る直線と、対向電極またはアンテナの中心軸を通る直線と、基板の中心軸を通る直線がほぼ一致するように配置されている状態でプラズマを発生させるため、均一なプラズマを発生させることができ、基板を均一に処理することができる。

## 【0057】

また、本願の第5発明のプラズマ処理装置によれば、真空容器と、真空容器内にガスを供給するためのガス供給装置と、真空容器内を排気するための排気装置と、真空容器内に基板を載置するための基板電極と、基板電極に対向して設けられた対向電極またはアンテナと、対向電極またはアンテナに周波数50MHz乃至300MHzの高周波電力を供給することのできる高周波電源と、第1発明の整合器と、この整合器の高周波出力端子と対向電極またはアンテナとを接続するための高周波結合器とを備えたプラズマ処理装置であって、高周波結合器の中心軸を通る直線と、対向電極またはアンテナの中心軸を通る直線と、基板の中心軸を通る直線がほぼ一致するように配置されているため、均一なプラズマを発生させることができ、基板を均一に処理することができる。

## 【0058】

また、本願の第6発明のプラズマ処理装置によれば、真空容器と、真空容器内にガスを供給するためのガス供給装置と、真空容器内を排気するための排気装置と、真空容器内に基板を載置するための基板電極と、基板電極に対向して設けら

れた対向電極またはアンテナと、対向電極またはアンテナに周波数 5 0 M H z 乃至 3 0 0 M H z の高周波電力を供給することのできる高周波電源と、第 2 発明の整合器と、この整合器の高周波出力端子と対向電極またはアンテナとを接続するための高周波結合器とを備えたプラズマ処理装置であって、高周波結合器の中心軸を通る直線と、対向電極またはアンテナの中心軸を通る直線と、基板の中心軸を通る直線がほぼ一致するように配置されているため、均一なプラズマを発生させることができ、基板を均一に処理することができる。

【 0 0 5 9 】

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態で用いたプラズマ処理装置の構成を示す断面図

【図 2】

本発明の第 1 実施形態における、イオン飽和電流密度の測定結果を示す図

【図 3】

本発明の第 2 実施形態で用いたプラズマ処理装置の構成を示す断面図

【図 4】

本発明の第 3 実施形態で用いたプラズマ処理装置の構成を示す断面図

【図 5】

本発明の第 4 実施形態で用いたプラズマ処理装置の構成を示す断面図

【図 6】

従来例で用いたプラズマ処理装置の構成を示す断面図

【図 7】

従来例における、イオン飽和電流密度の測定結果を示す図

【図 8】

他の従来例で用いたプラズマ処理装置の構成を示す断面図

【符号の説明】

- 1      真空容器
- 2      ガス供給装置
- 3      ポンプ

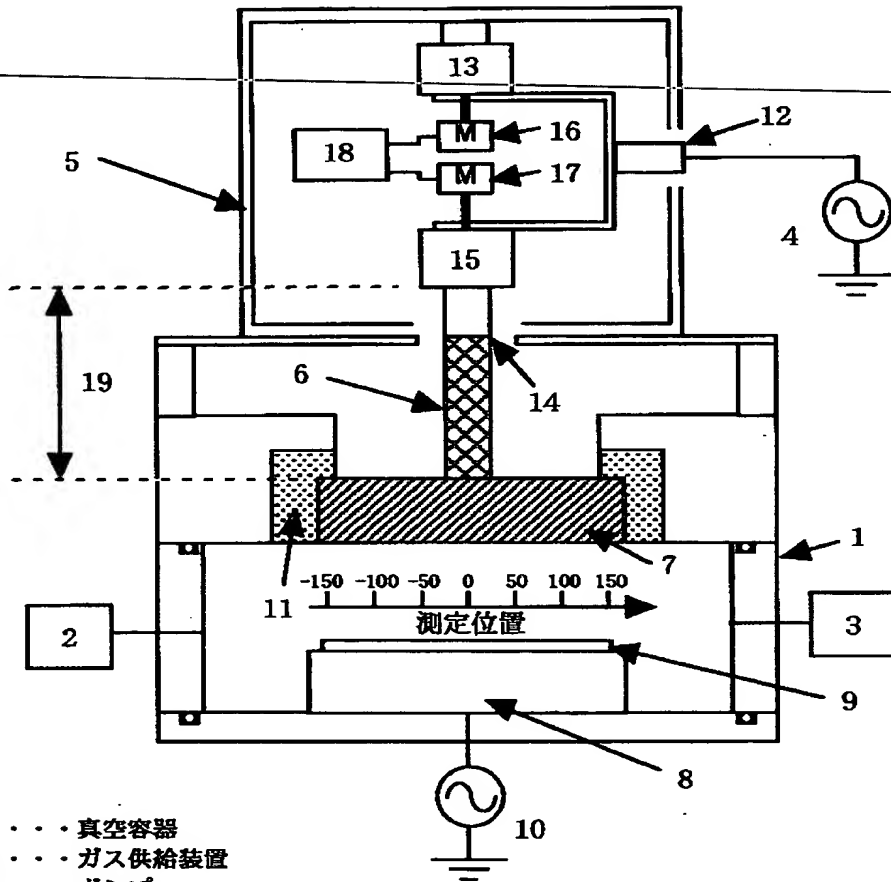
- 4 対向電極用高周波電源
- 5 整合器
- 6 高周波結合器
- 7 対向電極

---

- 8 基板電極
- 9 基板
- 1 0 基板電極用高周波電源
- 1 1 絶縁リング
- 1 2 高周波入力端子
- 1 3 第 1 可変コンデンサ
- 1 4 高周波出力端子
- 1 5 第 2 可変コンデンサ
- 1 6 第 1 モータ
- 1 7 第 2 モータ
- 1 8 モータ制御回路

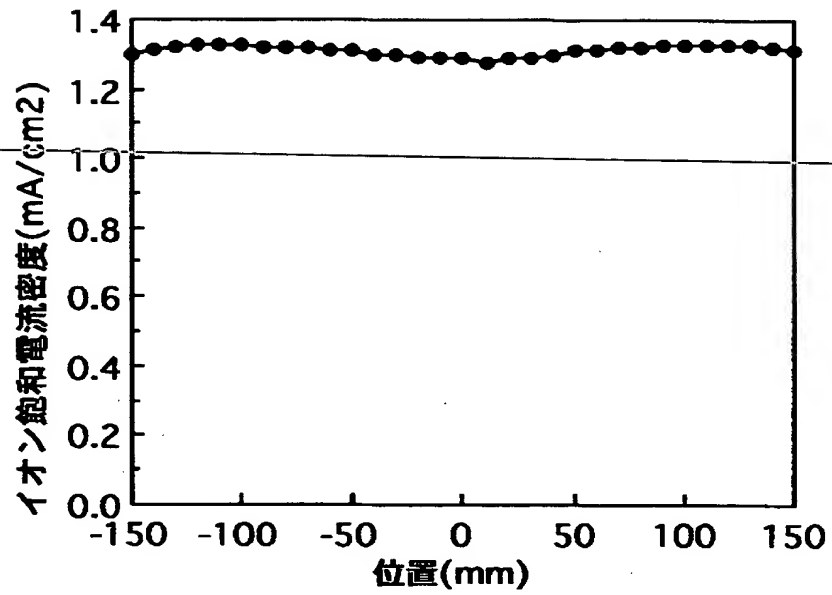
【書類名】 図面

【図 1】

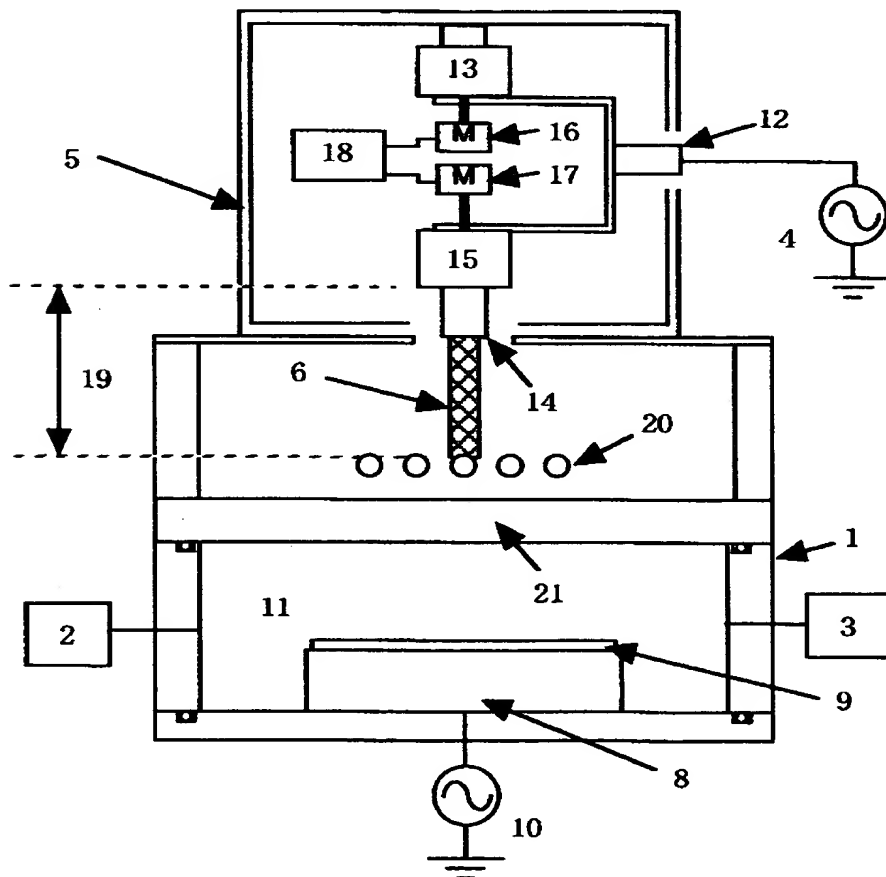


- 1・・・真空容器
- 2・・・ガス供給装置
- 3・・・ポンプ
- 4・・・対向電極用高周波電源
- 5・・・整合器
- 6・・・高周波結合器
- 7・・・対向電極
- 8・・・基板電極
- 9・・・基板
- 10・・・基板電極用高周波電源
- 11・・・絶縁リング
- 12・・・高周波入力端子
- 13・・・第1可変コンデンサ
- 14・・・高周波出力端子
- 15・・・第2可変コンデンサ
- 16・・・第1モータ
- 17・・・第2モータ
- 18・・・モータ制御回路

【図 2】

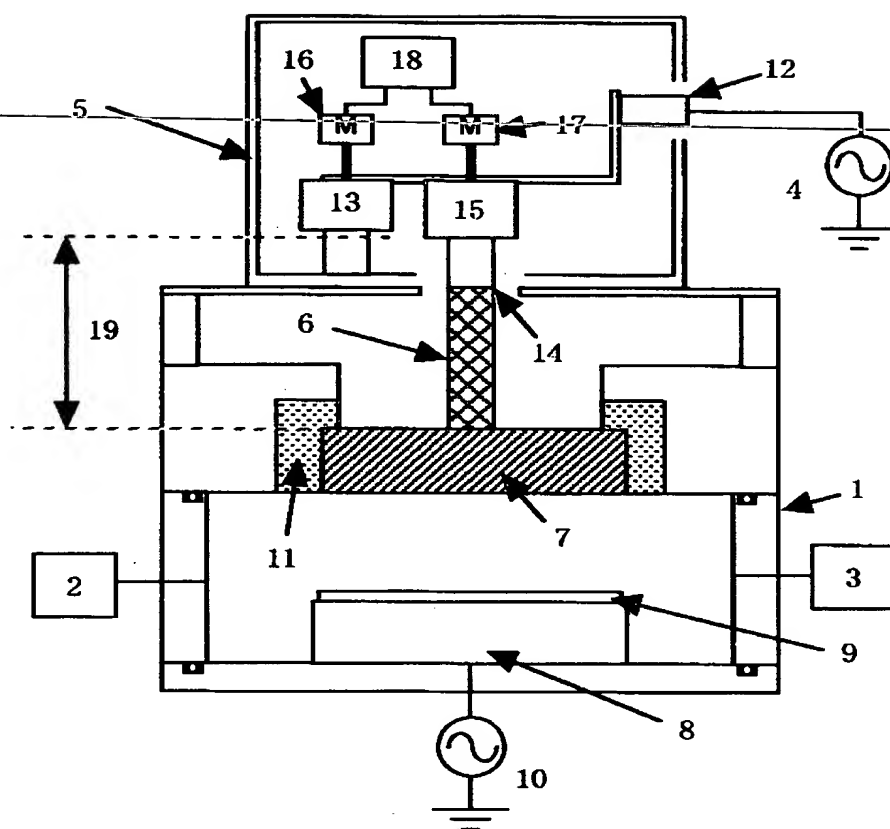


【図 3】

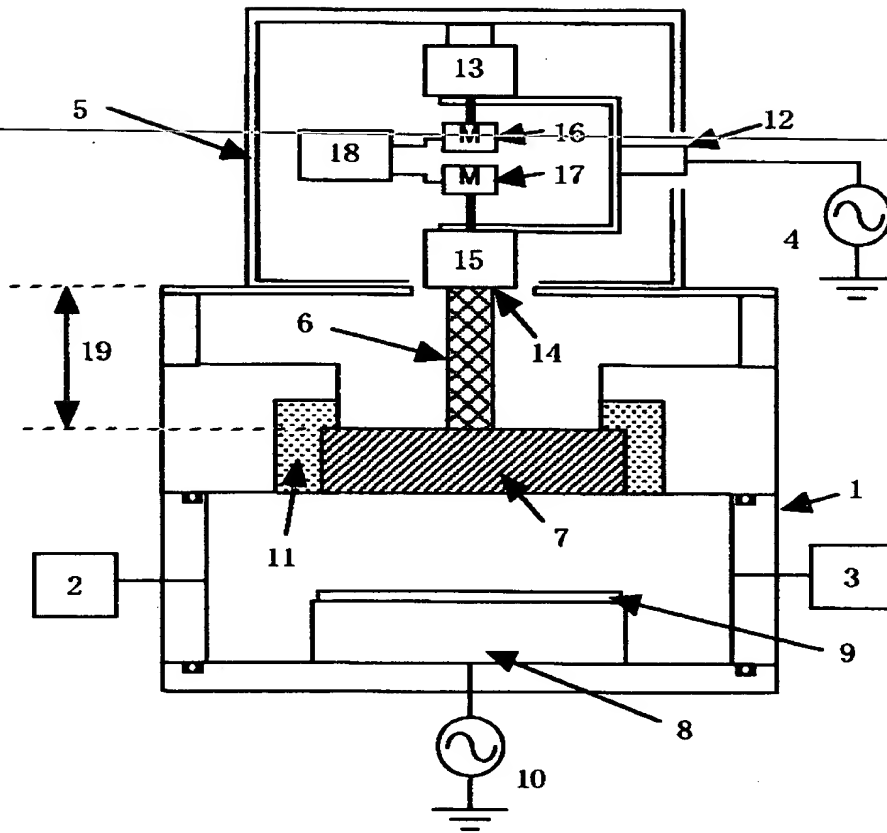




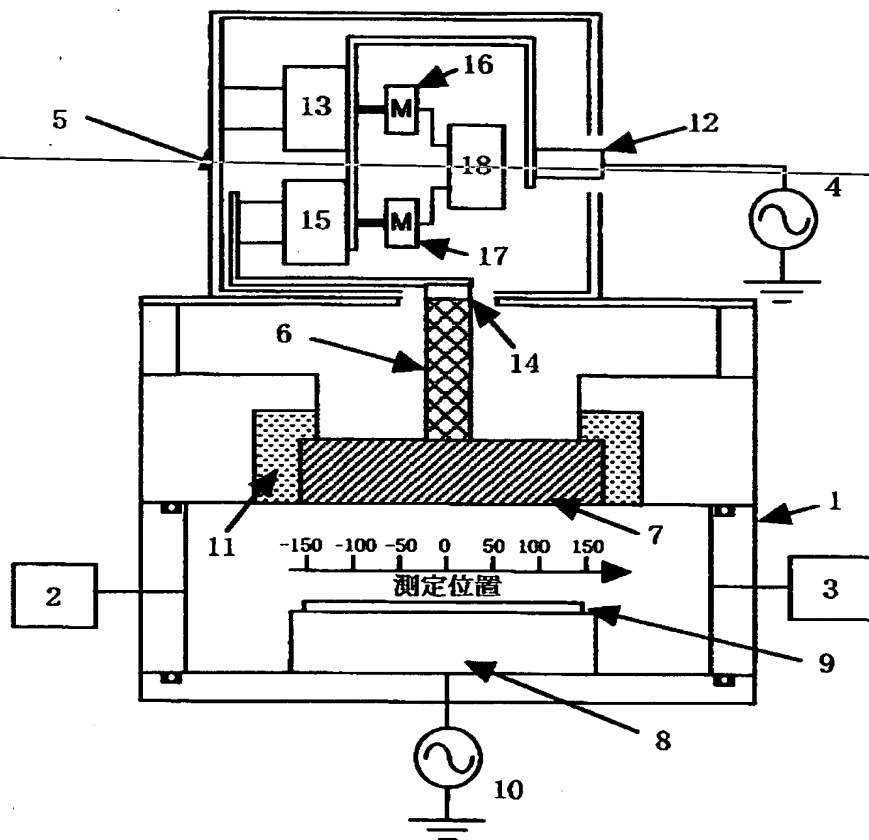
【図4】



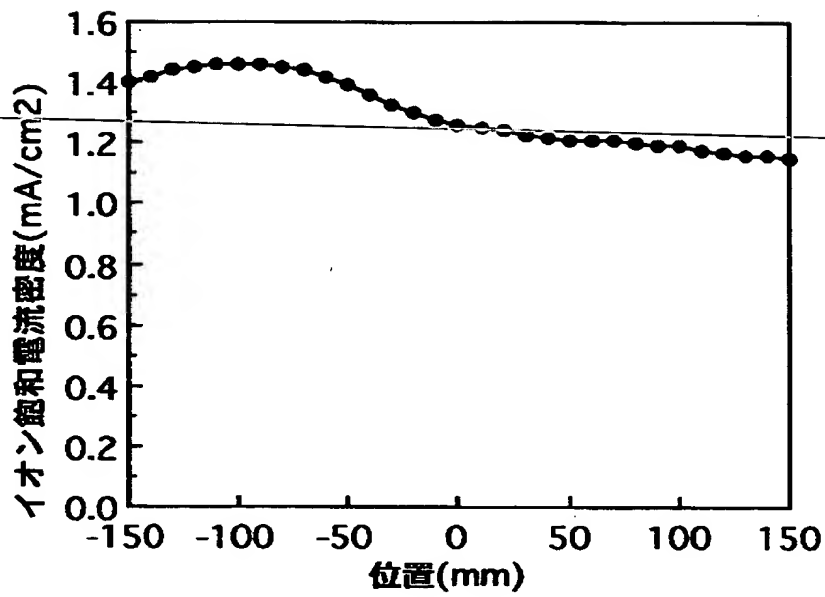
【図 5】



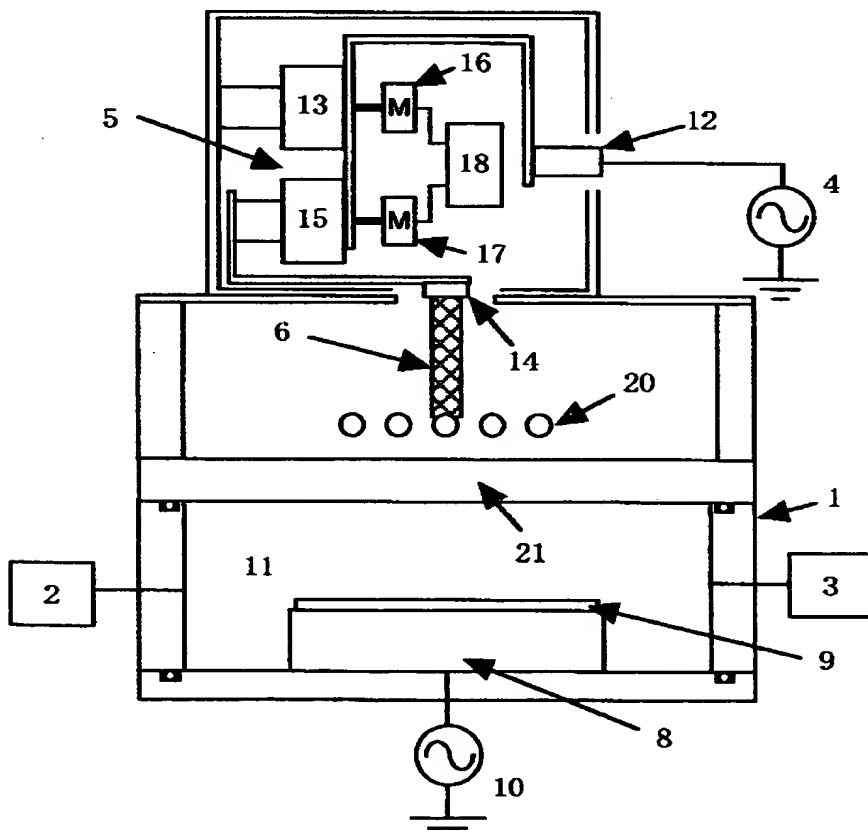
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 均一なプラズマを発生させることができる整合器、プラズマ処理方法及び装置を提供する。

【解決手段】 真空容器 1 内に、ガス供給装置 2 から所定のガスを導入しつつ、排気装置としてのポンプ 3 により排気を行い、真空容器 1 内を所定の圧力に保ちながら、対向電極用高周波電源 4 により 1 0 0 MHz の高周波電力を、整合器 5 及び高周波結合器 6 を介して対向電極 7 に供給する。

この整合器 5 は、高周波入力端子 1 2、第 1 リアクタンス素子、高周波出力端子 1 4、第 2 リアクタンス素子、第 1 モータ 1 6、第 2 モータ 1 7、モータ制御回路 1 8 から構成されており、高周波結合器 6 の中心軸を成す直線と、対向電極 7 の中心軸を成す直線と、基板 9 の中心軸を成す直線がほぼ一致するように配置されている。

このように配置された状態でプラズマを発生させることにより、均一なプラズマ処理を行うことが可能となった。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

---

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 大阪府門真市大字門真1006番地  
氏 名 松下電器産業株式会社